

Sammenlikning av øyetrykkmålinger utført med 3 portable tonometre
av medisinstudent med måling utført med Goldmans
applanasjonstonometer av erfaren øyelege

Prosjektoppgave for Guro Lenæs, H02

Det medisinske fakultet

Universitetet i Oslo

En stor takk til alle velvillige frivillige forsøkspersoner og til min imøtekommende, tålmodige og kyndige veileder professor Liv Drolsum.

Innhold

Innledning.....	4
Bakgrunn	4
Glaukom	4
Inndeling av glaukomene	4
Glaukomskafe	5
Hvordan kan høyt intraokulært trykk oppstå?	6
Hos hvem skal IOP måles?.....	7
Tonometri	7
Materiale.....	10
Beskrivelse av den praktiske gjennomføringen av forsøkene	10
Metode for analyse av data.....	11
Resultater.....	11
Angivelse av ubehag	11
Tid	12
Trykkmåling	13
Komplikasjoner	13
Diskusjon.....	14
Subjektivt vurdering av måleinstrumentene.....	19
Konklusjon	20
Litteratur.....	20
Kilder.....	20
Referanser.....	20
Appendiks 1	
Appendiks 2	

Innledning

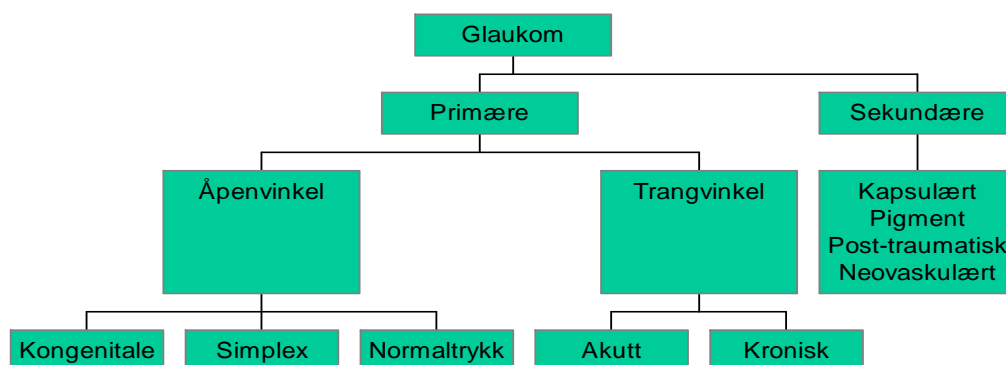
Som ledd i øyeundersøkelse før henvisning, ved mistanke om akutt vinkelblokkglaukom eller som screening hos pasienter med risikofaktorer for utvikling av glaukom er det viktig at allmennlegen eller legevaktslegen måler intraokulært trykk (IOP). Vi ville undersøke om to håndholdte tonometre på markedet (ICare og TonoPen) og Schiøtz' tonometer gav gode målinger av IOP i en uerfaren undersøkers hender sammenliknet med målinger med Goldmanns applanasjonstonometer; bredt ansett som gullstandard for måling av IOP¹. Vi ville også undersøke hvordan de håndholdte tonometrene fungerte med hensyn på tidsbruk for målingene og pasientens opplevelse av ubehag ved måling. Den overordnede hensikten med studien var å finne frem til det best egnede tonometeret til bruk for allmennlegen, etter en samlet vurdering av de overnevnte parametrene.

Bakgrunn

Glaukom

Glaukom, eller grønn stær, er på verdensbasis en ledende årsak til ervervet blindhet. Navnet betegner en gruppe progredierende og irreversible optikusnevropatier. I de fleste tilfeller kan synstapet begrenses eller forebygges om sykdommen oppdages tidlig².

Inndeling av glaukomene



Figuren er hentet fra Drolsum L: Glaukom (grønn stær) og det intraokulære trykket. Handouts til forelesning ³

Glaukomene klassifiseres som enten primære og sekundære. De primære er sykdommer i seg selv, mens de sekundære er forårsaket av andre sykdommer i eller i nærheten av øyet eller av komplikasjoner til medikamentell behandling. På anatomisk basis deles glaukomene inn i åpenvinklede glaukomer og vinkelblokkglaukomer. Patofysiologisk snakker man om lav- eller normaltrykksglaukomer og glaukomer med høyt intraokulært trykk.

Høytrykksglaukomene kan oppdages med trykkmåling som screening av personer i en risikogruppe. Det er vanlig å bruke 21 mm Hg som øvre terskelverdi for normalt IOP. Høyere trykk kan finnes i friske øyne. Man bruker da betegnelsen okulær hypertensjon. På den annen side kan personer med normale trykk ha typiske glaukomskader.

Glaukomskade

Ved glaukom fører et intolerabelt IOP til skade på synsnerven. Hva som er intolerabelt øyetrykk varierer fra pasient til pasient. Utformingen og den mekaniske styrken til lamina cribrosa sclerae samt hemodynamiske forhold i papillens mikrosirkulasjon kan ha betydning for disse individuelle forskjellene. En person med normalt trykk i øyet kan utvikle glaukomskader, og samtidig kan annen med høyt trykk i øyet forbli fri for synsfeltskade. Når trykket er høyere enn øyet kan tåle, fører dette til en progredierende skade av nervefibre i synsnerven. Skaden utvikler seg som oftest langsomt, men skade kan også påvises etter kort tid dersom trykket stiger raskt og til høye verdier (som ved akutt vinkelblokk glaukom).

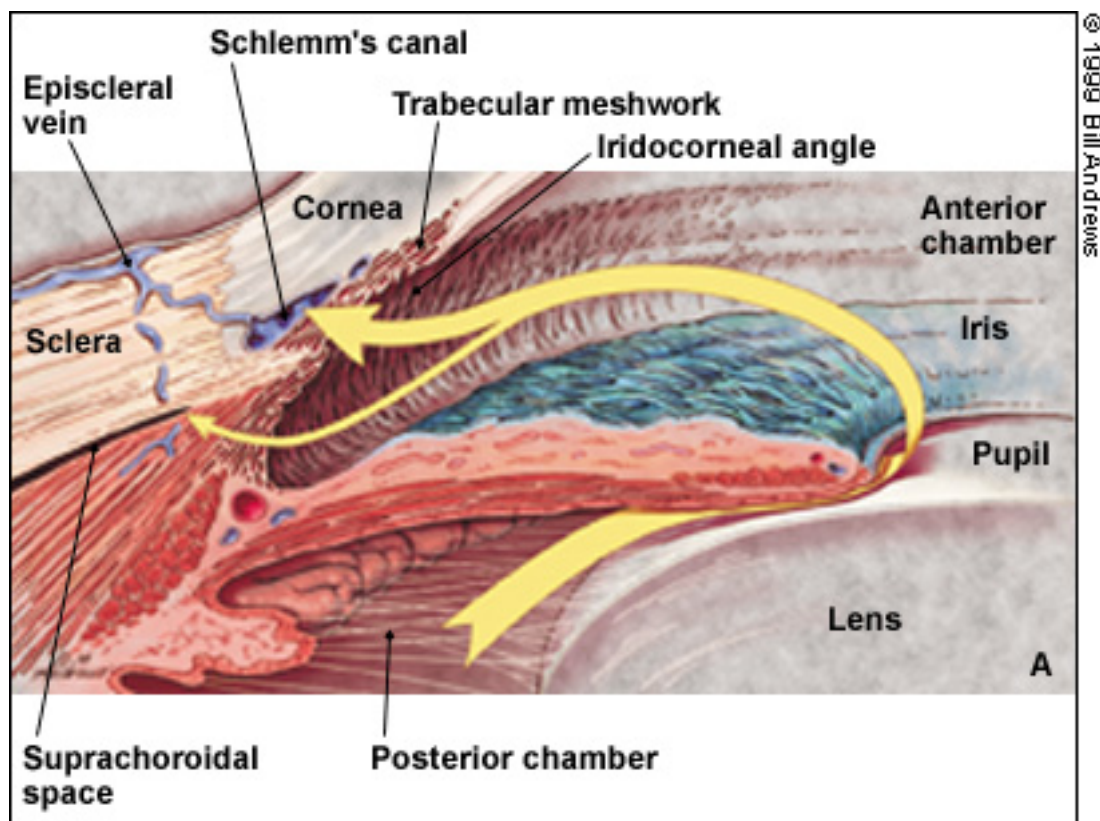
Kardinaltegnene ved glaukomatøs skade er progredierende økning i papilleekskavasjon og synsfeltsdefekter. Papilleskaden vurderes semikvantitativt ved å beregne cup/disc-ratio (C/D-ratio) oftalmoskopisk, på papillefoto eller ved mer sofistikerte metoder. Ekskavasjonen er ofte mest uttalt nedad temporalt, hvilket gir synsfeltsutfall oppad nasalt. Formen og beliggenheten til skaden avspeiler forløpet til skadde nervetråder i retina, og gir typiske skotomer, dvs blinde flekker, i synsfeltet.

Andre funn ved glaukom er splintblødninger på papillekanten og avbleking i ekskavasjonen. Ved randekskavert papille ser man ofte en nasalforskyvning av karene. Smerter og hornhinneødem sees ved rask utvikling av høye trykk (over 40-50 mmHg).

Hvordan kan høyt intraokulært trykk oppstå?

Et intraokulært overtrykk opprettholder øyets kuleform. Kunnskap om hvordan dette trykket opprettholdes er viktig for å forstå hvordan høyt intraokulært trykk kan oppstå og hvordan det behandles.

IOP reguleres av produksjonen av kammervann i corpus ciliare og motstanden i avløpssystemet. Kammervannet produseres med en gjennomsnittlig hastighet på 2 mm³ pr min og flyter fra corpus ciliare, foran corpus vitreum og gjennom pupillen ut i camera anterior. Man har tidligere ansett avløpssystemet som bestående av trabekelverket i kammervinkelen og vannvenner som drenerer til episklerale vener. Nyere tids forskning har vist at det uveosklerale avløp står for drenasje av 15 – 20 % av kammervannet. Nye glaukommedisiner som prostaglandinanaloger som Xalatan er et resultat av denne erkjennelsen.



Illustrasjonen er hentet fra HYPERLINK <http://www.aafp.org/afp/990401ap/1871.html>

Om motstanden i avløpet øker, vil det intraokulære trykket også øke til det inntreffer en ny likevekt mellom produksjon og avløp. Avløpsmotstanden kan øke ved medfødt eller ervervet

anomali i kammervinkelen, som ved henholdsvis glaucoma congenitum og kronisk vinkelblokkglaukom, eller ved tilstopping av trabekelverket som ved eksfoliasjonsglaukom.

Gjennomsnittlig IOP hos voksne er ca 15 mm Hg, med øvre normalgrense satt til 20 mmHg. Trykket varierer pulssynkront med 1-2 mm Hg og har en døgnvariasjon på 2 – 4 mm Hg. Trykket er hos de fleste høyest om formiddagen.

Hos hvem bør IOP måles?

IOP bør måles før henvisning til øyelege, ved mistanke om akutt vinkelblokk glaukom og hos pasienter med risikofaktorer som er assosiert med økt forekomst av glaukom. Disse risikofaktorene^{4 5} er høy alder, kjønn (mann), rase (afrikansk avstamming), myopi over 4 dioptrier, hjernesykdom, hjerte- og karsykdom, systemisk arteriell hypo- eller hypertensjon, vasospastiske tilstander, trykkforskjell mellom øynene, manifest glaukom på ett øye, dyslipidemier og glaukom i nær familie. Om diabetes mellitus er en risikofaktor er omdiskutert.

Imidlertid er måling av IOP alene ingen effektiv screeningmetode for IOP, blant annet fordi mange som utvikler glakomatøs skade ikke har elevert IOP (normaltrykksglakomer). Screening bør derfor også inkludere vurdering av papillen, nervefiberlaget i retina og synsfelt⁶.

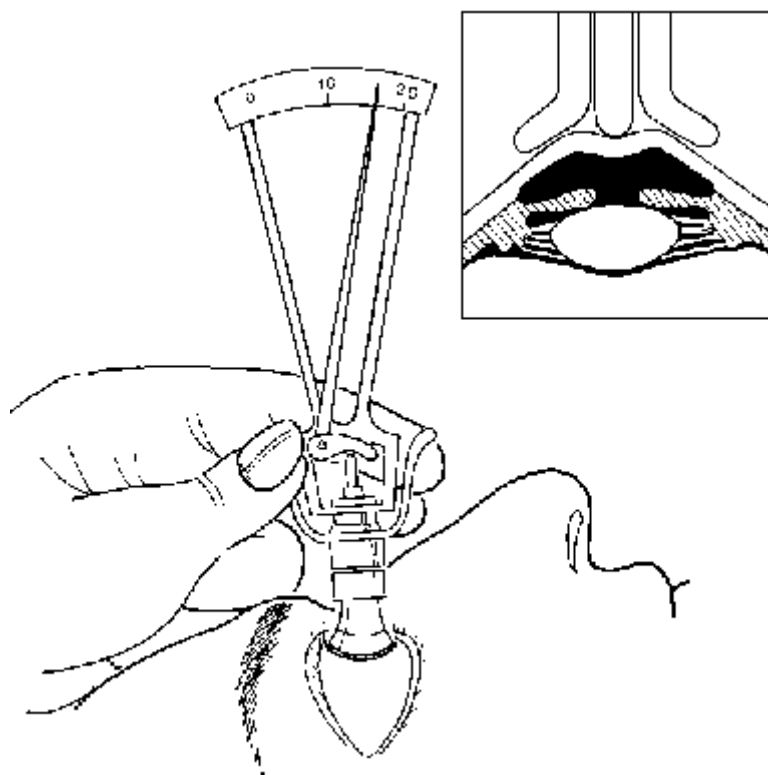
Tonometri

Sir William Bowen var en av de første som, med sin tale på et møte i British Medical Association i 1826, understreket betydningen av å danne seg et inntrykk av IOP. Han gjorde dette ved palpasjon. Ved palpasjon av bulbus oculi gjennom øvre øyelokk og sammenlikne de to øynene kan man raskt gjøre en grov og subjektiv vurdering av IOP når annen måling er kontraindisert, f eks ved perforasjon, infeksjon og epiteldefekter, eller man ikke har et tonometer tilgjengelig.

Vitenskapsmenn hadde jobbet med flere ulike modeller for tonometre før nordmannen Hjalmar Schiøtz (1850 – 1927) i 1905 lanserte sitt tonometer og samme år publiserte de første undersøkelser om dette i Norsk Magazin for Lægevidenskab. Dette var det første virkelig

pålitelige tonometeret tilgjengelig, og ble raskt akseptert som gullstandard. At Schiøtz var Norges første professor i oftalmologi og har nok sterkt bidratt til at hans tonometer har vært, og fortsatt er, svært utbredt her i landet. Det er dessuten et billig tonometer; prisen er rundt 1400 kr^a. Schiøtz' tonometer baserer seg på impresjons- eller indentasjonsprinsippet. IOP berignes ved å måle hvor mye kornea deformeres av en kjent kraft; tyngden av visersystem, lodd og tapp.

Instrumentet må nullpunktskontrolleres, friksjonskontrolleres og steriliseres ved flampering i en spritflamme før hver måling. Pasienten får en dråpe lokalanestesi i hvert øye som får virke mens instrumentet avkjøles. Den liggende pasienten ser rett opp i taket og undersøger som sitter rett bak pasientens hode, holder øyelokkene fra hverandre. Tonometeret holdes i rammen i vertikal stilling, og fotplaten settes ned på sentrum av kornea. Rammen føres et lite stykke ned til den glir fritt. Skalaverdien avleses og trykket leses ut fra en omregningstabell.

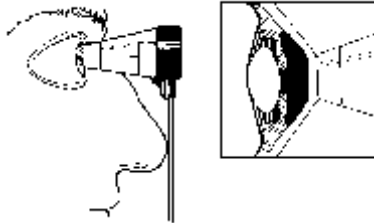


Måling med Schiøtz' tonometer

Illustrasjonen er hentet fra HYPERLINK <http://www.lea-test.fi/>

^a 1375 kr pr 19.09.07 ved Andreas Ruuds Eft AS, Oslo

Et annet prinsipp for måling av IOP er applanasjon. Ved å måle kraften som skal til for å avflate (applanere) et bestemt areal av kornea, beregner man øyetrykket. Goldmanns applanasjonstonometer ble introdusert i 1957, krever spaltelampe og brukes nå av de fleste oftalmologer. Goldmann er som nevnt tidligere nevnt referanseinstrument for måling av IOP .



Måling med Goldmanns applanasjonstonometer

Illustrasjonen er hentet fra HYPERLINK <http://www.lea-test.fi/>

TonoPen er et elektronisk tonometer som også baserer seg på applanasjonsmetoden. Før måling dekkes spissen av en engangs latekshette. Pasienten får en dråpe lokalanestesi i begge øyne. Deretter kalibreres tonometeret som i instruksjonen fra produsenten. TonoPen Holdes som en blyant og man ber pasienten fiksere på et på et punkt rett frem. Deretter føres spissen av instrumentet forsiktig mot kornea, og ved gyldig måling hører man et lite pip. Hver måling lagres, og etter flere målinger får man opp en endelig verdi for IOP som er gjennomsnittet av alle de gyldige målingene. TonoPen og 200 hetter koster hhv ca 17 000 kr og 800 kr^b.



TonoPen

Illustrasjonen er hentet fra HYPERLINK

[http://www.innovamed.com/justus/ebusiness.nsf/\(AllByCurDocID\)/TA0606120844081276?OpenDocument](http://www.innovamed.com/justus/ebusiness.nsf/(AllByCurDocID)/TA0606120844081276?OpenDocument)

^b 1450 GBP og 70 GBP pr 19.09.07 på HYPERLINK www.sussexvision.co.uk, Sussex Vision International Ltd, Storbritannia

Et nyere prinsipp for måling av IOP er rebound tonometri, også kjent som impact tonometri og dynamisk tonometri. Her sendes en probe mot øyet og kolliderer med kornea. Man registrerer probens bevegelser, som vil variere med øyetrykket, og kalkulerer IOP. ICare et håndholdt tonometer som ikke krever anestesi og som baserer deg på dette prinsippet. Ved måling bruker man engangsprober. ICare-tonometeret og 100 prober koster hhv ca 22 600 kr og 700 kr^c.



ICare

Figuren er hentet fra HYPERLINK <http://www.donesolutions.com>

Materiale

Forsøkspersonene i studien ble rekruttert blant medisinstudenter. Før de tok stilling til om de ville være med i studien fikk de muntlig og skriftlig informasjon om hva som var formålet med studien og hva forsøkene gikk ut på.

På samme dagen som studien (undersøkelsene) ble gjennomført fikk forsøkspersonene skriftlig informasjon (Appendiks 1) om studien utarbeidet i henhold til Helsinkideklarasjonen og Regional etisk komité (REK) retningslinjer. Forsøkspersonene undertegnet en skriftlig erklæring om samtykke til å delta i studien.

Det var totalt 22 forsøkspersoner og begge øyne ble undersøkt. Av disse var 14 kvinner (64 %) og 8 menn (36 %). Gjennomsnittsalderen var 27 år (spredning 21–37 år).

Beskrivelse av den praktiske gjennomføringen av forsøkene

Forsøkene ble utført i løpet av to kvelder på poliklinikken på Øyeavdelingen, UUS. En erfaren øyelege (LD) målte trykket med Goldmanns applanasjonstonometer og resten av

^c 1895 GBP og 60 GBP pr 19.09.07 på HYPERLINK www.sussexvision.co.uk, Sussex Vision International Ltd, Storbritannia.

målingene ble utført av en medisinstudent (GL) uten tidligere erfaring i trykkmåling. Trykket ble målt i begge øyne på hver forsøksperson. LD og GL var tilstede under alle målingene.

Undersøkelsen startet med trykkmåling med ICare. Så ble det gitt lokal anestesi i form av lidokain med fluorescein øyedråper før det ble foretatt måling med Goldmanns applanasjonstonometer. Derne ble måling med TonoPen ble foretatt med forsøkspersonen fortsatt sittende. Forsøkspersonen la seg deretter flatt på undersøkelsesbenk hvor det ble utført måling med Schiøtz' tonometer etter en ny dråpe lidokain med fluorescein. Til slutt ble øynene undersøkt med blått lys fra oftalmoskop med hensyn på erosjoner på kornea. Ved mistanke om skade på kornea ble forsøkspersonen også undersøkt med spaltelampe.

For hver person ble det fylt ut et registreringsskjema i papirform (Appendiks 2). Det ble registrert kjønn, alder, målt trykk, angivelse av ubehag og totaltid for målingen. For ICare ble det bare registrert godkjente målinger. For TonoPen ble måltallet registrert uten at man tok hensyn til angivelsen av spredning, som displayet også angir. Etter måling med hver av metodene, og etter dråpeanestesi, ble forsøkspersonen bedt om å angi ubehag på Visual Analogue Scale (VAS), der 1 var minimalt ubehagelig og 10 var maksimalt ubehagelig. Totaltiden innebefatter tiden det tok å gjøre instrumentet klart for måling, tiden det tok å utføre og avlese selve målingen, og gjøre instrumentet klart for oppbevaring. For Schiøtz' tonometer inkluderer totaltid også tiden det tok å konvertere måletallet til trykkverdi, rense instrumentet og gjøre det klart for oppbevaring.

Metode for analyse av data

En verdi for $p < 0,05$ ble ansett som statistisk signifikant. Resultatene er angitt med ± 1 SD. For å sammenlikne trykkmålinger, angivelse av ubehag og tidsbruk ble parett T-test benyttet. De statistiske analysene ble gjort i SPSS versjon 14.0.

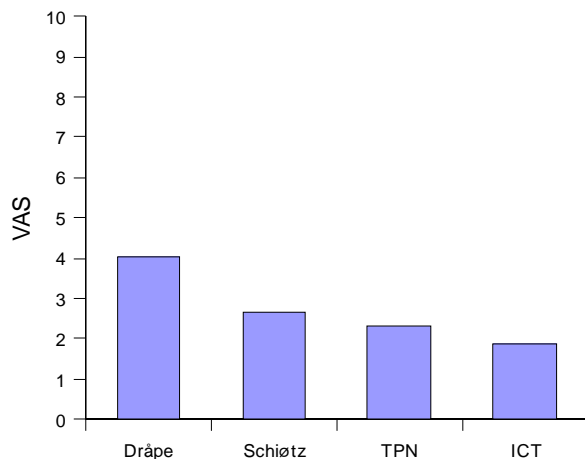
Resultater

Angivelse av ubehag

Gjennomsnittet av angitt smerte for dråpeanestesi var $4,05 \pm 1,4$ (spredning 2-7). For ICare var gjennomsnittet $1,86 \pm 0,7$ (spredning 1-3) og for TonoPen og Schiøtz var gjennomsnittene hhv $2,32 \pm 1,7$ (spredning 1-4) og $2,64 \pm 1,2$ (spredning 1-5) (fig 1). Med hensyn til smerte er

det mest statistisk signifikant forskjell, beregnet ved paret T-test, mellom ICare og øyedråpe ($p=0,02$). Det er også en signifikant forskjell mellom TonoPen og øyedråpe ($p=0,047$) og mellom TonoPen og Schiøtz. Det er ingen signifikant forskjell i smerte mellom Schiøtz og øyedråpe, TonoPen og ICare og mellom ICare og Schiøtz.

Figur 1: Gjennomsnittlig angitt smerte

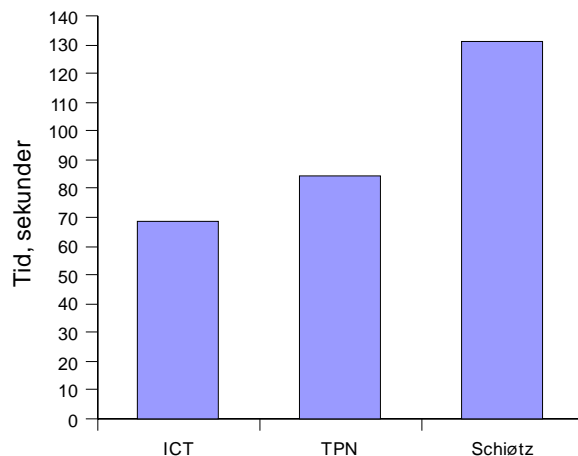


Forkortelser: TPN, TonoPen; ICT; ICare

Tid

Gjennomsnittlig total tidsbruk for målemetodene (fig. 2) var $68,59 \pm 22,9$ sek for ICare (spredning 44-129), $84,27 \pm 41,3$ sek for TonoPen (spredning 55-244) og $131,36 \pm 61,3$ sek for Schiøtz (spredning 74-299). Det må nevnes at standarddeviasjonen for total tidsbruk ved målingene med Schiøtz var 61,25 sekunder. Det er ingen signifikant forskjell mellom noen av instrumentene når det gjelder tidsbruk.

Figur 2: Total tid for måling



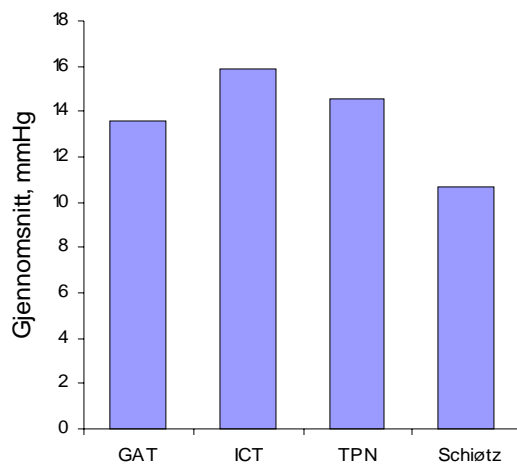
Forkortelser: TPN, TonoPen; ICT; ICare

Trykkmåling

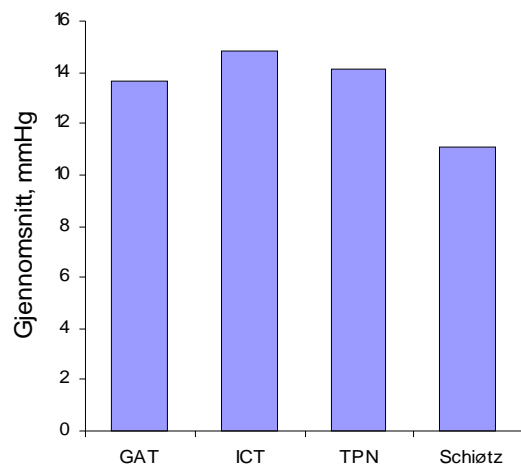
Figur 3 viser at trykket målt med Goldmann var for høyre og venstre øye henholdsvis $13,5 \pm 1,9$ mmHg (spredning 10-18) og $13,6 \pm 1,8$ mmHg (spredning 10-18) i gjennomsnitt. Trykket målt med ICare var for høyre og venstre øye henholdsvis $15,9 \pm 3,2$ mmHg (spredning 11-22) og $14,9 \pm 2,3$ mmHg (spredning 11-19) i gjennomsnitt. Trykket målt med TonoPen var for høyre og venstre øye henholdsvis $14,5 \pm 2,4$ mmHg (spredning 10-20) og $14,1 \pm 2,5$ mmHg (spredning 11-19) i gjennomsnitt. Trykket målt med Schiøtz var for høyre og venstre øye henholdsvis $10,7 \pm 3,0$ mmHg (spredning 6,5-15,9) og $11,1 \pm 2,8$ mmHg (spredning 7,1-17,3) i gjennomsnitt.

For høyre øye er det en høysignifikant forskjell mellom ICare og Goldmann ($p=0,001$). Denne forskjellen er noe mindre, men fortsatt signifikant for venstre øye ($P=0,023$). Mellom TonoPen og Goldmann er det en høysignifikant forskjell for høyre øye ($p=0,002$), men ikke signifikant forskjell for venstre øye. Mellom Schiøtz og Goldmann er det signifikant forskjell for både høyre ($p=0,000$) og venstre øye ($p=0,029$).

Figur 3: Intraokulært trykk, høyre



Figur 4: Intraokulært trykk, venstre



Forkortelser, begge figurer: GAT, Goldmann; TPN, TonoPen; ICT; ICare

Komplikasjoner

1 forsøksperson fikk en vasovagal reaksjon og vi valgte å avbryte undersøkelsen etter målingen med Goldmann. 3 personer fikk korneale lesjoner som følge av undersøkelsene, og

1 av disse fikk med seg kloramfenikol øyesalve for behandling hjemme. Ingen av hadde behov for ytterligere konsultasjon med LD pga plager etter undersøkelsen.

Diskusjon

Trykkmålingene i denne studien er gjort på unge øyefriske. Spørsmålet er om resultatene ville blitt annerledes med de samme målingene på eldre personer med og uten øyesykdom.

Liknende studier som utført med større spredning i alder^{7 8} og høyere gjennomsnittlig alder^{8 9} har fått resultater som samsvarer med våre. Brusini et al (2006)⁹ gjorde sin studie på pasienter med primært åpenvinklet glaukom og fikk resultater som skiller seg noe fra våre, men konkluderer likevel med at ICare egner seg til bruk på allmennlegekontoret.

Antall forsøkspersoner (20) i vår studie er ikke stort, vi tror likevel at det kan gi en god pekepinn på hvorledes de ulike tonometrene virker i forhold til hverandre.

Målet med studien var å undersøke om de håndholdte tonometrene ga gode målinger, hvordan de fungerte i praksis for en uerfaren undersøker og hvordan forsøkspersonen opplevde målingen. Som i liknende studier ble målinger gjort med Goldmanns applanasjonstonometer brukt som gullstandard. Målingene med de håndholdte tonometrene ble sammenliknet med denne. Tidsbruk er viktig i allmennpraksis og på legevakt, og derfor ble tiden klargjøring og måling tok registrert og sammenliknet. Pasientens opplevelse av undersøkelsen er viktig i seg selv, og en ubehagelig undersøkelse kan påvirke både måleresultat og tidsbruk. Derfor er angivelse av ubehag tatt inn som én av parametrene i studien. Opptak av fluorescein ble registrert av hensyn til pasientens sikkerhet, og sier lite om skånsomheten til hver enkelt av undersøkelsene siden alle ble utført suksessivt.

Applanasjon kan gi reduksjon i IOP. For å minimere denne faktoren ble målingene gjort i denne rekkefølgen; ICare, TonoPen, Goldmanns applanasjonstonometer, Schiøtz' tonometer. Denne rekkefølgen passet også med at mens de tre siste instrumentene krever lokalanestesi, kan ICare brukes uten.

Fordi vi ville ha målinger med håndholdte tonometre utført av uerfaren undersøker, ble det ikke gjort noen prøvoforsøk i forkant av studien. I en tidligere liknende studie⁷ regner man med at undersøkeren, som først har gjort prøvemålinger på 4 pasienter, forblir uerfaren til og med 15 utførte målinger. I vår studie utførte GL til sammen 40 målinger med hvert av de 3

håndholdte tonometrene, og man kan tenke seg at erfaringene fra de tidlige målingene kan ha påvirket tidsbruk og angivelse av ubehag senere i forsøket. Dette kan være en svakhet ved studien.

Målingene ble foretatt med GL og LD tilstede. Begge fikk høre hverandres målinger og byttet på å registrere de ulike parametrene. Dette kan ha påvirket målingene. I liknende studier har man foretatt ulike former for blinding av undersøkere med hensyn på måling av IOP^{7 9}. Av hensyn til ressurser og varighet var ikke dette mulig i vår studie. Vi fant at det heller ikke forsvarlig at medisinstudenten undersøkte forsøkspersonene alene.

Trykkverdiene ble registrert som et utfall for hvert øye, og sammenliknet med de andre målingene for samme øye. Målingene for begge øynene ble ikke samlet og sammenliknet fordi det er naturlig å tenke seg at utfallene for høyre og venstre øye kan samvarierte hos den enkelte forsøksperson. I andre liknende studier har man sammenliknet målinger for bare ett øye⁸ og samlet for begge øyne⁷.

Alle målingene ble foretatt i en og samme seanse, og det ble kun gjort registrering av en måling pr instrument pr øye. Ved korrekt bruk angir både ICare og TonoPen et gjennomsnittlig måletall av flere målinger. Pga faren for kornealesjoner anså vi det som uforsvarlig å gjøre flere målinger med alle instrumentene på samme dag. Vi anså også at dette ville ta uforholdsmessig mye av de frivillige forsøkspersonenes tid. Brusini et al (2006)⁹ registrerte i sin studie gjennomsnittet av 3 påfølgende målinger med Goldmann, men sammenliknet til gjengjeld bare disse med målinger med ICare. Nakamura et al (2006)⁸ registrerte et gjennomsnitt av 3 målinger pr instrument (ICare, TonoPen og Goldmanns applanasjonstonometer).

Man kan se for seg et ideelt forsøk der forsøkspersonene kommer til undersøkelse 4 dager på rad, og at man hver dag foretar flere målinger med ett instrument. Alternativt kunne man måle trykket med en gang med alle instrumentene i en seanse og gjenta dette flere dager etter hverandre. I begge disse scenarioene vil imidlertid IOP for den enkelte forsøksperson kunne variere fra dag til dag slik at målingene ikke er sammenliknbare. Slike testserier vil også beslaglegge mye av forsøkspersonenes tid. Vi kom derfor frem til at å gjøre alle målingene på samme dag, og én måling med hvert instrument, var det mest hensiktsmessige i denne studien.

Topisk anestesi, korneatrykkelse- og kurving og når på dagen man foretar målingene er noen

faktorer som kan påvirke IOP, men siden denne studien sammenlikner målingene tatt på noenlunde samme tid hos hver av forsøkspersonene, vil dette ikke påvirke resultatet.

Schiøtz tonometer er billig sammenliknet med ICare og TonoPen. Målingene krever ikke forbruksmateriale og finnes allerede på mange legekontorer. Pasienten må ligge helt stille og flatt under undersøkelsen, hvilket betyr at man ikke kan bruke det på pasienter som vanskelig samarbeider (barn, demente) og på pasienter som av ulike årsaker ikke kan ligge på ryggen. Bruk, kalibrering, vedlikehold, rengjøring og sterilisering av Schiøtz tonometer krever mye trening i forhold til ICare og TonoPen. Ufullstendig rengjøring innebærer smitterisiko for pasienten, og man kjenner til tilfeller av forbrenningslesjoner på kornea pga måling med for kort tid til avkjøling etter flambering av fotplaten. Fordi undersøkelsen må gjøres i opplyst rom og en stor gjenstand som pasienten ser føres mot øyet, kan det være vanskelig for pasienten å unngå å knipe øyet sammen. Dette kan føre til for høye målinger. Faren for korneaerosjon pga manipulering med instrumentet er tilstede.

TonoPen kan brukes på både liggende og sittende pasienter, og hos barn. Bruken krever lite trening og man oppnår en aseptisk teknikk med engangshette. Pga lateks i engangshetten, kan instrumentet ikke brukes på pasienter med allergi mot dette. Instrumentet regner automatisk ut et gjennomsnitt av flere målinger, noe som gir et mer pålitelig resultat. Sammenkniping av øynene er et mindre problem siden et mindre endestykke enn på Schiøtz' tonometer føres mot kornea. Målingene krever lokalanestesi. Sammenliknet med Schiøtz' er instrumentet dyrt, både i innkjøp og pga forbruksmateriale.

Både Schiøtz' tonometer og TonoPen krever lokalanestesi, hvilket i en klinisk setting kan gjøre at man trenger mer tid til undersøkelsen pga virketid. Badouin et al (1994)¹⁰ viste i sin studie i 1994 at dråpeanestesi kan føre til et fall i IOP, og dermed kan man med disse instrumentene måle et lavere trykk enn det øyet i sannhet har.

ICare kan brukes på sittende pasienter, og på pasienter liggende på siden. Proben vil falle ut om instrumentet holdes vannrett med proben vendt ned og kan således ikke brukes hos sengeliggende pasienter som ikke kan snu seg på siden. Metoden krever ikke anestesi og egner seg derfor hos barn, psykisk utviklingshemmede og demente. I likhet med TonoPen regner ICare ut et gjennomsnitt av flere målinger. Bruken krever lite trening, og

engangsendestykker gir aseptisk teknikk. ICare er det dyreste av de håndholdte tonometrene i denne studien, både i innkjøp og bruk.

I studien var vi ute etter resultater som kunne si noe om hvordan de tre håndholdte tonometrene var sammenliknet med hverandre med hensyn på pasientens angivelse av ubehag og tidsbruk, og sammenliknet med gullstandard med hensyn på måling av IOP.

Av disse tre parameterne er det naturligvis viktigst at instrumentet viser korrekt måleverdi for IOP. Resultatene av vår studie viser at det er signifikante forskjeller mellom Goldmann og de tre håndholdte tonometrene, med unntak av en ikke signifikant forskjell mellom målinger på venstre øye med TonoPen og Goldmann. ICare og TonoPen viste begge høyere gjennomsnittlige verdier enn Goldmann, hhv 1,3 mmHg (os)/2,3 mmHg (od) og 1 mmHg (os)/0,5 mmHg (od), mens Schiøtz' viste lavere verdier; -2,8 mmHg (os)/-2,6 mmHg (od).

Det er tidligere gjort flere liknende studier med TonoPen. Resultatene av disse spriker. Bafa et al (2001)¹¹ og van der Jagt et al (2005)¹² fant ingen signifikant forskjell mellom TonoPen og metodene, men som oss har de fleste^{13 14 15} funnet signifikante forskjeller mellom målinger med TonoPen og Goldmann. Forfatterne i alle de sistnevnte studiene har konkludert med at forskjellene er så små at TonoPen likevel egner som et screeninginstrument.

For TonoPen ble måltallet registrert uten at man tok hensyn til angivelsen av spredning, som displayet også angir. Hvis vi på bakgrunn av dette hadde gjort noen målinger på nytt, kunne TonoPen-resultatene muligens blitt enda mer like Goldmann. At vår studie viser signifikant forskjell mellom TonoPen og Goldmann for høyre øye, men ikke venstre, og at det samme ikke gjelder for målingene med ICare og Schiøtz', kan tyde på at dette skyldes tilfeldigheter og at studien baserer seg på for få forsøkspersoner.

ICare er også tidligere sammenliknet med Goldmann. I studier som har korrigert Goldmann-målingene for sentral korneatykkelse før sammenlikning, har noen konkludert med at det er god korrelasjon mellom målingene⁹ mens andre konkluderer med at ICare viser for høye verdier⁸. Brusini et al (2006)⁹ og Van der Jagt (2005)¹² har vist at ICare gir akseptable verdier for IOP. Abraham et al (2006)⁷ konkluderer også med god korrelasjon for erfarne undersøkere og at det ikke er noen signifikant forskjell for uerfarne undersøkere, men at det for de sist nevnte er en tendens til at ICare overestimerer IOP. Nakamura et al (2006)⁸ konkluderer med

at ICare er like god som TonoPen, mens vi har funnet at ICare i gjennomsnitt viser noe høyere verdier enn TonoPen.

Vi har vist at Schiøtz' underestimerer IOP sammenliknet med Goldmann. Tidligere applanasjon¹⁶, 2 dråper lokalbedøvelse¹⁰ og at målingen ble foretatt liggende kan ha senket IOP hos våre forsøkspersoner. Imidlertid har Krigelstein et al konkluderte med det samme i sin studie i 1975¹⁷. Det er også gjort en nyere studie som viser det samme¹⁵, men som likevel konkluderer med at Schiøtz' er nøyaktig nok. Jain et al (2000)¹⁸ konkluderer med at i klinikken er TonoPen er mer nøyaktig enn Schiøtz'.

I følge våre resultater gjør øyedråpen gjør mest vondt for pasienten. Nest mest ubehagelig er målingen med Schiøtz' tonometer. Av målemetodene er det i vår studie ICare som gjør minst vondt, men vi fant ikke at det var noen signifikant forskjell i angitt ubehag mellom ICare og TonoPen. I van der Jagt et al (2005)¹² studie ble pasientens angitte ubehag registrert etter samme metode som vår, og her fant man at ICare var signifikant mindre ubehagelig enn TonoPen. I denne studien registrerte man ikke ubehag for dråpen for seg.

At det er øyedråpen som gjør mest vondt for pasienten er et interessant funn og gjør at målemetoder som ikke krever dråpeanestesi vil oppleves som en fordel av pasienten. At det ikke er noen signifikant forskjell i angitt ubehag ved måling mellom Schiøtz' og ICare var uventet. Her må man ta i betraktning at samlet ubehag ved måling med Schiøtz' antakelig er høyere enn ved måling med ICare, fordi denne metoden krever dråpeanestesi som i seg selv innebærer ubehag. Dette gjelder også for TonoPen.

Hvor lang tid man bruker på målingene er viktig i allmennpraksis og på legevakt hvor man ofte har svært begrenset tid til hver pasient. I følge vår studie er det ingen signifikant forskjell i tidsbruk ved måling mellom de håndholdte tonometrene. Allikevel kan vi se en tendens til kortest tid for undersøkelse med ICare, og dette kommer frem i figur 2, side 10. Det var det stor, og størst, variasjon i tidsbruk ved måling med Schiøtz. Dette kan tyde på at ting som skjer under måling, f eks at pasienten ikke klarer å la være å knipe øynene sammen, kan få stor betydning for hvor lang tid det tar å måle trykket og at denne metoden er vanskeligere for en uerfaren undersøker å gjøre raskt jevnt over. Vi har ikke funnet noen andre studier som har registrert tidsbruk ved måling.

1 person fikk en vasovagal reaksjon under måling, og vi fant det etisk riktig å avbryte undersøkelsen. Vasovagale reaksjoner er en kjent komplikasjon til øyeundersøkelse og ufarlig med riktig behandling av pasienten.

3 personer fikk korneale lesjoner som følge av undersøkelsene og 1 av disse fikk med seg kloramfenikol øyesalve for behandling hjemme, men ingen hadde behov for videre hjelp av øyelege pga dette. Alle målinger med tonometer innebærer en viss risiko for lesjoner, og dette var forsøkspersonene informert om. Man kan tenke seg at risikoen for dette øker med størrelsen av kontaktflaten og tiden for kontakt, men vår studie er ikke designet for å si noe om dette. I forhold til ICare og TonoPen har Schiøtz tonometer en stor kontaktflate med kornea under måling, og kontakten må opprettholdes over lengre tid enn for de to andre håndholdte tonometrene. I tillegg kommer forbrenningsfaren. I så måte kan de to nyeste tonometrene være mer skånsomme, og ICare det mest skånsomme av disse.

Subjektivt vurdering av måleinstrumentene

GLs subjektive inntrykk er at TonoPen var enklest å bruke. Instrumentet er lite, lett og godt å holde i. Utfordringen med dette instrumentet lå i å unngå at forsøkspersonen blunket.

ICare er et større instrument enn TonoPen, og det var vanskeligere å holde det stille i riktig posisjon foran øyet. Utstikkeren som skulle stilles inn og hvile på pasientens panne var til lite hjelp. Det var tungvindt å skru den ut og inn for hver person. Proben falt ut av instrumentet ved et par anledninger fordi instrumentet ikke ble holdt rett opp og ned, og dette bidro til at målingen tok lengre tid.

I van der Jagt et al (2005)¹² studie, som blant annet sammenliknet målinger med TonoPen og ICare, registrerte man målers oppfatning av hvor lett instrumentet var å bruke på en skala fra 1 til 10, og her fant man at TonoPen var signifikant lettere å bruke. Dette samsvarer med GLs subjektive oppfatning av disse to instrumentene uten at vår studie var designet til å si noe om dette.

Mange hadde vanskelig for å la være å blunke ved måling med Schiøtz tonometer, og det var dermed vanskelig og tidkrevende å utføre selve målingen. GL opplevde det som mindre skånsomt å måle trykket på denne måten fordi det ved flere anledninger ble endel gnissing med fotplaten mot kornea fordi pasienten blunket mye.

Konklusjon

Med hensyn på måleverdier for IOP er det ingen av de tre håndholdte tonometrene i denne studien som peker seg ut som mer nøyaktige, og som screeningverktøy er alle akseptable. Schiøtz' tonometer viser imidlertid gjennomgående for lave verdier. I denne studien pekte TonoPen seg ut som mest brukervennlig. Fordi metoden ikke krever dråpeanestesi, har ICare et fortrinn, spesielt ved måling av IOP hos barn.

Litteratur

Kilder

Høvding, G: Oftalmologi: nordisk lærebok og atlas. 14. utg. ISBN 82-991254-6-4, i komminsjon hos: Studia, Bergen, 2004

Ræder S og Utheim TP: Oftalmologi: basal klinisk undersøkelse. Øyeavdelingen, Ullevål universitetssykehus, Oslo, 2005

Ytteborg J: Hjalmar Schiøtz og hans tonometer. Tidsskr Nor Lægeforen 2001; 121: 464-5 utg

Referanser

¹ Kass MA: Standardizing the measurement of intraocular pressure for clinical research. Guidelines from the Eye Care Technology Forum. Ophthalmology. 1996 Jan;103(1):183-5.

² Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ et al: The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. Arch Ophthalmol. 2002 Jun;120(6):701-13; discussion 829-30.

³ Drolsum L: Glaukom (grønn stær) og det intraokulære trykket. Handouts til forelesning

⁴ European glaucoma society: Terminology and guidelines for glaucoma. IInd edition. ISBN 88-87434-13-1

⁵ Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD et al: The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. Arch Ophthalmol. 2002 Jun;120(6):714-20; discussion 829-30.

-
- ⁶ Weinreb RN, Khaw PT: Primary open-angle glaucoma. *Lancet*. 2004 May 22;363(9422):1711-20. Review.
- ⁷ Abraham LM, Epasinghe NCR, Selva D et al: Comparison of the ICare((R)) rebound tonometer with the Goldmann applanation tonometer by experienced and inexperienced tonometrists. *Eye*. 2006 Dec 8
- ⁸ Nakamura M, Darhad D, Tatsumi Y: Agreement of rebound tonometer in measuring intraocular pressure with three types of applanation tonometers. *Am J Ophthalmol*. 2006 Aug;142(2):332-4.
- ⁹ Brusini P, Salvétat ML, Zeppieri M et al: Comparison of ICare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. *J Glaucoma*. 2006 Jun;15(3):213-7.
- ¹⁰ Baudouin C, Gstaad P: Influence of topical anesthesia on tonometric values of intraocular pressure. *Ophthalmologica*. 1994;208(6):309-13.
- ¹¹ Bafa M, Lambrinakis I, Dayan M et al: Clinical comparison of the measurement of the IOP with the ocular blood flow tonometer, the Tonopen XL and the Goldmann applanation tonometer. *Acta Ophthalmol Scand*. 2001 Feb;79(1):15-8.
- ¹² Van der Jagt L and Jansonius NM: Three portable tonometers, the TGDc-01, the ICARE and the Tonopen XL, compared with each other and with Goldmann applanation tonometry*. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2005 Sep;25(5):429-35.
- ¹³ Frenkel RE, Hong YJ, Shin DH: Comparison of the Tono-Pen to the Goldmann applanation tonometer. *Arch Ophthalmol*. 1988 Jun;106(6):750-3.
- ¹⁴ Midelfart A, Wiggers A: Clinical comparison of the ProTon and Tono-Pen tonometers with the Goldmann applanation tonometer. *Br J Ophthalmol*. 1994 Dec;78(12):895-8.
- ¹⁵ Wingert TA, Bassi CJ, McAlister WH et al: Clinical evaluation of five portable tonometers. *J Am Optom Assoc*. 1995 Nov;66(11):670-4.
- ¹⁶ Motolko MA, Feldman F, Hyde M, Hudy D: Sources of variability in the results of applanation tonometry. *Can J Ophthalmol*. 1982 Jun;17(3):93-5.
- ¹⁷ Krieglstein GK, Waller WK: Goldmann applanation versus hand-applanation and .schiotz indentation tonometry. *Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*. 1975;194(1):11-6.
- ¹⁸ Jain AK, Saini JS, Gupta R: Tonometry in normal and scarred corneas, and in postkeratoplasty eyes: a comparative study of the Goldmann, the ProTon and the Schiotz tonometers. *Indian J Ophthalmol*. 2000 Mar;48(1):25-32.

Appendiks 1:

Informasjon til forsøkspersoner

Medisinstudent Guro Lenæs holder på med en studie med måling av trykket inne i øyet i samarbeid med øyelege Liv Drolsum ved Øyeavdelingen på Ullevål universitetssykehus. I dette skrivet får du informasjon om studien og forespørsel om å delta.

Kvinner og menn mellom 20 og 35 år og som ikke har noen øyesykdommer fra før kan delta i forsøket. Gravide kvinner kan ikke delta. Forsøkspersonene får ingen helsemessige eller økonomiske fordeler av å være med i forsøket.

Bakgrunn og formål med studien:

Glaukom («grønn stær») er en øyesykdom som kan føre til blindhet. Høyt trykk inne i øyet er en rikikofaktor for utvikling av glaukom.

I dette forsøket ska vi sammenlikne 4 instrumenter for å måle trykket inne i øyet. Forsøket skal hjelpe oss å finne ut hvilket måleinstrument som er best egnet for leger som ikke er øyespesialister. I tillegg er vi interessert i hva forsøkspersonene syns om målingene.

Slik foregår forsøket:

Trykket måles i begge øyne med hvert instrument. Etter hver måling vil du bli bedt om å angi hvor ubehageli du synes målingen var på en skala fra 1 til 10, der 1 er «Ikke er ubehagelig» og 10 er «Veldig ubehagelig/Vondt».

Først måler stud.med. Guro Lenæs med et instrument som ikke krever bedøvelse av øyet. Så bedøves begge øyne med øyedråper slik at du ikke blunker så mye og ikke kjenner noe. Deretter måles trykket i begge øynene med 3 andre instrumenter. Alle målingene foretas ved å føre et helt rent endestykke mot hornhinnen.

Dråpene kan svi litt en kort stund. Synet påvirkes ikke av dråpene eller målingene. Målingene medfører en minimal risiko for skade på hornhinnen. Etter alle målingen vil begge øyne undersøkes mhp dette. Forsøkspersonene kan ikke bruke linser igjen før dagen etter forsøkene. Professor i oftalmologi Liv Drolsum utfører noen av målingene, og har overoppsynet med forsøkene. Forsøkspersoner som i ettertid får problemer med øynene som kan være relatert til forsøket skal ta kontakt med Drolsum på Øyeavdelingen på Ullevål universitetssykehus (tlf 22 11 80 80) for oppfølging og behandling.

Dataene fra forsøket anonymiseres. Studien vil gå i ca 4 måneder. Resultater av studien kan bli publisert.

Dersom du ønsker å delta i forsøket må du gi ditt skriftlige samtykke på dette arket. Vi understreker at deltakelse er frivillig og ditt samtykke kan trekkes tilbake på et hvilket som helst tidspunkt uten at du må oppgi grunn.

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt skriftlig og muntlig informasjon og er villig til å delta i studien.

Sted	Dato	Underskrift
------	------	-------------

Appendiks 2:

Forsøksperson nr	
Kjønn	
Alder	

	Verdi hø	Tid hø	Ubehag hø (1-10)	Verdi ve	Tid ve	Ubehag ve (1-10)
ICare						
Goldmann						
Tonopen						
Schiotz						